۵-۴۵ (۲۹)

$V_1 = ۳۰ m^3$
$h = ۵۰ m$
$V_2 = ?$
$d = ۱/۰۲۵ g\,cm^{-3}$
$T_1 = T_2$

$$\begin{cases} P_1V_1 = P_2V_2 \\ P_2 = \rho g h \end{cases} \Rightarrow P_1V_1 = (\rho g h)V_2$$

$$\Rightarrow ۱/۰۱۳۲۵ \times ۱۰^۵ (Pa) \times ۳ (m^3) = ۱/۰۲۵ \times ۱۰^۳ \, kg\,m^{-3} \times ۹/۸ \, \frac{m}{s^2} \times ۵۰ (m) \times x$$

$$\Rightarrow V_2 = ۰/۹۱ \, m^3$$

(۲۹) ✓

۵-۴۶ (الف) (۳۰)

$r = ۳۰ m$
$m_{H_2} = ?$
$T = ۲۹۸ k$
$P_{H_2} = 1 \, atm$
$P_{کل} = ۱۰ atm$

$$PV = nRT \Rightarrow ۱۰^۵ \times \frac{۴}{۳} \pi \times ۳^۳ = n_{H_2} \times ۸/۳۱۴ \times ۲۹۸ \Rightarrow n_{H_2} = ۴۵۶۳/۸ \, mol$$

(ب) (۳۱) ✓

۵-۴۷) (۳۱)

$P = \rho g h$ (۵-۲)

$P = P_0 \exp(-\frac{Mgh}{RT})$

$dP = -\rho g dH$

$\bar{V} dp = -\bar{V} \rho g dh$

$\bar{V} dp = -M g dh$ ①

$? \; \rho \bar{V} = M$

$$\begin{cases} \rho = \frac{m}{V} \\ \bar{V} = \frac{V}{n} \end{cases} \Rightarrow \rho = \frac{m}{n\bar{V}} \Rightarrow \rho = \frac{m}{n} \cdot \frac{1}{\bar{V}} \xrightarrow{n = \frac{m}{M}} \boxed{\rho = \frac{M}{\bar{V}}} \Rightarrow M = \rho \bar{V}$$

(۳۲) ✓

$$① \begin{cases} \bar{V} dp = -M g dh \\ P\bar{V} = RT \Rightarrow \bar{V} = \frac{RT}{P} \end{cases} \Rightarrow \frac{RT}{P} dp = -M g dh \Rightarrow \frac{dp}{P} = \frac{-Mg}{RT} dh \Rightarrow \int_{P_0}^{P} \frac{dp}{P} = \frac{-Mg}{RT} \int_0^h dh$$

$$\Rightarrow \ln p - \ln P_0 = \frac{-Mgh}{RT} \Rightarrow \ln \frac{P}{P_0} = \frac{-Mgh}{RT} \Rightarrow P = P_0 \exp(\frac{-Mgh}{RT})$$

۵-۴۸ (الف)

$P = P_0 e^{-\frac{Mgh}{RT}}$

$\bar{M}_{air} = ۲۹ g \, mol^{-1}$

$$P = 1 (bar) \, e^{\frac{-۲۹ \times ۱۰^{-۳} kg\,mol^{-1} \times ۲ \times ۱۰^{۳} m \times ۹/۸}{۸/۳۱۴ \, J\,mol^{-1} K^{-1} \times ۲۹۸}} = ۰/۷۹ \, bar$$

(۳۲) (۳۳) ✓

(ب)

$h = ۱۳۵۰ \, ft$
$1 \, foot = ۱۲ \, inch$
$1 \, inch = ۲/۵۴ \, cm$ $\Rightarrow 1 \, foot = ۳۰/۴۸ \, cm$

$$\Rightarrow h = ۱۳۵۰ \times ۳۰/۴۸ \, cm = ۴۱۱۴۸ \, cm \Rightarrow h = ۴۱۱/۴۸ \, m$$

$$\int_{p}^{p_-} P = P_0 e^{-Mgh/RT} \quad = 1\,\text{bar} \times e^{\frac{-29\times10^{-3}\times 9.8\times 4111.48}{8.314\times 298}}$$

$$\int \ln p = \int_0 -\frac{Mg}{RT} h \qquad \frac{P_2}{P_1} = e^{-\frac{Mgh}{RT}}$$

$$\int \frac{1}{x}dx = \ln|x| + C \qquad P_2 = P_1 e^{-\frac{Mgh}{RT}} = 0.95\ \text{bar}$$

۵-۴۹) قانون بویل برای محاسبه فشار گازها در سطح دریا به کار می‌رود در حالیکه هرگاه ارتفاع از سطح دریا افزایش یابد فشار گاز هم به فشار سطح دریا و هم به ارتفاع بستگی خواهد داشت.

(۳۴) ✓

(۳۲)

۵-۵۰) الف)

$$\left(\frac{dP}{dV}\right)_T = -\frac{RT}{(V-b)^2} + \frac{2a}{V^3} = 0 \Rightarrow$$

۵-۵۲) منحنی در دمای بحرانی یک نقطه عطف دارد پس باید مشتق اول و دوم هر دو صفر باشند.

$$\frac{d^2P}{dV^2} = \frac{2RT}{(V-b)^3} - \frac{6a}{V^4} = 0$$

$$V_c = 3b \;;\; P_c = \frac{a}{27b^2} \;,\; T_c = \frac{8a}{27Rb}$$

(۵۲) ✓

$$\left(P+\frac{an^2}{V^2}\right)(V-nb)=nRT \xrightarrow{\bar{V}=\frac{V}{n}} \left(P+\frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V}-b)=RT \Rightarrow \left(P+\frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V}-b)=RT \quad (۵۴-۵)$$

$$\Rightarrow P+\frac{a}{\bar{V}^2}=\frac{RT}{\bar{V}-b} \Rightarrow \frac{P\bar{V}}{RT}=\frac{RT}{\bar{V}-b}-\frac{a}{RT\bar{V}^2}$$

طرفین را در $\frac{\bar{V}}{RT}$ ضرب می‌کنیم

$$\frac{P\bar{V}}{RT}=\frac{\bar{V}}{RT}\left(\frac{RT}{\bar{V}-b}\right)-\frac{a}{\bar{V}^2}=\frac{\bar{V}}{\bar{V}-b}-\frac{a}{\bar{V}^2} \Rightarrow \frac{P\bar{V}}{RT}=Z=\frac{1}{1-\frac{b}{\bar{V}}}-\frac{a}{RT\bar{V}^2}$$

می‌دانیم $b<\bar{V} \Rightarrow \frac{b}{\bar{V}}<1 \rightarrow$ از ازای توان سری تیلور تابع $\frac{1}{1-x}$ را حول نقطه $x=a$ چنین نوشت:

$$f(x)=f(a)+\frac{f'(a)(x-a)}{1!}+\frac{f''(a)(x-a)^2}{2!}+\dots=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{f^{n}(a)}{n!}(x-a)^n$$

هرگاه داشته باشیم $f(x)=\frac{1}{1-x}$ سری تیلور این تابع را حول x_0 می‌توان چنین نوشت:

$$f(x)=\frac{1}{1-x_0}+\frac{1}{(1-x_0)^2}(x-x_0)+\frac{2}{(1-x_0)^3}\frac{(x-x_0)^2}{2!}+\dots$$

$$\xrightarrow{x_0=0} f(x)=1+x+x^2+x^3+\dots$$

اگر $x=\frac{b}{\bar{V}}$ باشد می‌توان نوشت:

$$(1)\quad \frac{1}{1-\frac{b}{\bar{V}}}=1+\frac{b}{\bar{V}}+\frac{b^2}{\bar{V}^2}+\frac{b^3}{\bar{V}^3}+\dots$$

$$\frac{P\bar{V}}{RT}=Z=\left(1+\frac{b}{\bar{V}}+\frac{b^2}{\bar{V}^2}+\frac{b^3}{\bar{V}^3}+\dots\right)-\frac{a}{RT\bar{V}^2}=1+\left(b-\frac{a}{RT}\right)\frac{1}{\bar{V}}+\frac{b^2}{\bar{V}^2}+\frac{b^3}{\bar{V}^3}+\dots$$

در فشارهای کم داریم: $b\ll\bar{V} \Rightarrow \frac{b}{\bar{V}}\ll 1 \rightarrow$ از جملات $\frac{b^2}{\bar{V}^2}$ و $\frac{b^3}{\bar{V}^3}$ و ... صرف‌نظر می‌کنیم

۵۲ ✓

$$\Rightarrow \boxed{Z=1+\left(b-\frac{a}{RT}\right)\frac{1}{\bar{V}}}$$

لقمه اول صبح انگور

دو ترنج و بهار

سوادبهار نیخ و بهاردشتان

ریزش موی گرم آزمایش عفونت حجری مو ۲= در فروردان 21-28 سالگی

دم و سط سر

ریزش موی سرد در زنان ۲= خوراک گرم - بادام - انجیر - زیتون

موهنفی - روغن سیاهدانه

ریزش موی سرد توی سر مرد و زن ۲= استوخودوس ۲= دمامت لوزی ... روغن سیاه‌دانه + پیاز - خوراک گرم

۴۴)

$$c = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\Rightarrow \bar{C} - C_{rms} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} - \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{RT}{M}}\left(\sqrt{\frac{8}{\pi}} - \sqrt{3}\right)$$

$$C - C_{rms} = -0.136\sqrt{\frac{RT}{M}}$$

درصد خطا ؟

$$\Delta C = \frac{C_{rms} - C}{C_{rms}} = \frac{0.136\sqrt{\frac{RT}{M}}}{\sqrt{3} * \sqrt{\frac{RT}{M}}} * 100 = \frac{0.136}{\sqrt{3}} * 100$$

درصد خطا به دما و جرم مولکول بستگی ندارد

۴۶)

$$C_{rms} = \sqrt{\bar{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \qquad (C_{rms})_e = \sqrt{\frac{3 * 1.38 * 10^{-23} * 298}{9.1 * 10^{-31}}} = 1.16 * 10^{5}\ m.s^{-1}$$

$$(C_{rms})_{UF_6} = \sqrt{\frac{3 * 8.314 * 298}{352 * 10^{-3}}} = 145.3\ m.s^{-1}$$

۴۹) الف) مطابق گاز ایده‌آل

$$PV_m = RT$$

$$V_m = \frac{0.082 \frac{L.bar}{mol.K} * 200K}{1000\ bar} = 0.016\ L.mol^{-1}$$

ب) گاز واندروالس

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2} \qquad a = 1.47\ \frac{dm^6.bar}{mol^2}$$

$$b = 0.0395\ dm^3/mol$$

$P = CRT$

$P = 10.62\ mol.L^{-1} * 0.082\ \frac{L.bar}{mol.K} * 400\,K = 348.3\ bar$ گاز ایده‌آل — ۵الف

ب) $b = 0.09\ L.mol^{-1}$ $a = 9.39\ \frac{L^6 bar}{mol^2}$

$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$ یا $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = nRT$

$\xrightarrow{\div V}$ $(P + aC^2)(1 - Cb) = CRT$

$P + (9.39 * (10.62)^2)(1 - 0.09(10.62)) = 10.62 * 0.082 * 400$

$(P + 1059.05)(0.04) = 348.3 \Rightarrow \boxed{P = 7650\ bar}$

۵ج) در T_c، منحنی P برحسب V نقطه عطف دارد. بنابراین $\frac{dP}{dV} = 0$ و $\frac{d^2P}{dV^2} = 0$ است. داریم:

$\frac{dP}{dV} = \frac{-RT_c}{(\bar{V}_c - b)^2} + \frac{2a}{\bar{V}_c^3} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{RT_c}{(\bar{V}_c - b)^2} = \frac{2a}{\bar{V}_c^3}}$ (1)

$\frac{d^2P}{dV^2} = \frac{2(\bar{V}_c - b)RT_c}{(\bar{V}_c - b)^4} - \frac{6a\bar{V}_c^2}{\bar{V}_c^6} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{2RT_c}{(\bar{V}_c - b)^3} = \frac{6a}{\bar{V}_c^4}}$ (2)

با تقسیم (۱) بر (۲) داریم:

$\boxed{\bar{V}_c = 3b}$

با جایگذاری این رابطه در معادله (۱) داریم:

$\frac{RT_c}{4b^2} = \frac{2a}{27b^3} \Rightarrow \boxed{T_c = \frac{8a}{27Rb}}$

با جایگذاری $\bar{V}_c$ و T_c در معادله اصلی داریم:

$P_c = \frac{RT_c}{\bar{V}_c - b} - \frac{a}{\bar{V}_c^2}$

$\boxed{P_c = \frac{a}{27b^2}}$

(۴۴

$$c = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\Rightarrow \bar{c} - c_{rms} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} - \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{RT}{M}}\left(\sqrt{\frac{8}{\pi}} - \sqrt{3}\right)$$

$$c - c_{rms} = -0.136\sqrt{\frac{RT}{M}}$$

درصد خطا ؟

$$\Delta c = \frac{c_{rms} - c}{c_{rms}} = \frac{0.136\sqrt{\frac{RT}{M}}}{\sqrt{3} * \sqrt{\frac{RT}{M}}} * 100 = \frac{0.136}{\sqrt{3}} * 100$$

درصد خطا به دما و جرم مولکولی بستگی ندارد

(۴۶

$$c_{rms} = \sqrt{\bar{c^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$(c_{rms})_e = \sqrt{\frac{3 * 1.38 * 10^{-23} * 298}{9.1 * 10^{-31}}} = 1.16 * 10^{5}\ m.s^{-1}$$

$$(c_{rms})_{UF_6} = \sqrt{\frac{3 * 8.314 * 298}{352 * 10^{-3}}} = 145.3\ m.s^{-1}$$

۴۷

الف) معادله گاز ایده‌آل

$$PV_m = RT$$

$$V_m = \frac{0.082 \frac{L.bar}{mol.K} * 200K}{1000\ bar} = 0.016\ L.mol^{-1}$$

ب) گاز واندروالس

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

$$a = 1.47\ \frac{dm^6.bar}{mol^2}$$

$$b = 0.0395\ dm^3/mol$$

۷ (۵۳

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

طرفین را در $\frac{V_m}{RT}$ ضرب می‌کنیم:

$$Z = \frac{PV_m}{RT} = \frac{V_m}{V_m - b} - \frac{a}{RTV_m} = \frac{1}{1 - b/V_m} - \frac{a}{RTV_m}$$

که اول سری تیلور است. بر طبق این سری، برای x های کوچک:

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \dots$$

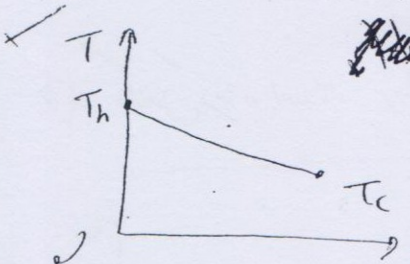
بنابراین:

$$Z = 1 + \frac{b}{V_m} + \frac{b^2}{V_m^2} + \dots - \frac{a}{RTV_m} = 1 + \left(b - \frac{a}{RT}\right) V_m$$

با صرف نظر از جملات مرتبه بالاتر.

۸۸۸۹۹۸۴۰
۸۸۸۹۹۶۴۸

فصل ۶

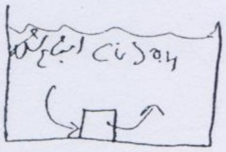


۱) الف) معادله خط: $T = T_c + (\frac{T_h - T_c}{L}) x$

ب) خیر در تعادل گرمایی نیست. بدلیل برقرار بودن مخزن ها، شارش گرمایی که سیستم، تاثیری روی دمای مخزن ها نمی گذارد. بنابراین $T_h \neq T_c$ و سیستم در تعادل گرمایی نیست.

---

۲) وجود تعادل دینامیکی بین جامد و محلول، چون محلول اشباع است از دید ماکروسکوپی $CuSO_4$ در محلول حل نمی شود اما از دید میکروسکوپی، در حال حل شدن و رسوب دادن است.



---

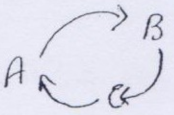
۳) برای اینکه واکنش رخ دهد باید تمامی مواد یک طرف واکنش موجود داشته باشند.

الف) تشکیل نمی شود ب) نمی شود ج) می شود د) نمی شود ه) می شود

((باید واکنشی رخ بدهد تا سپس به تعادل برسد !!))

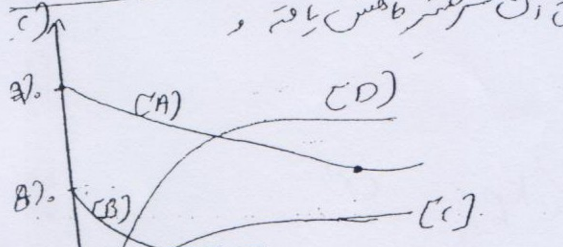
---

۴) حالت اول اینکه اصلاً با هم واکنشی نمی دهند. حالت دوم هر سه ماده تشکیل یک تعادل می دهند مثل H_2 و N_2 و NH_3 که تعادل $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ تشکیل می دهند. حالت سوم اینکه واکنش های متوالی رخ داده و هر سه به هم تبدیل شوند [شرط اینکه سرعت ها با هم برابر باشند]

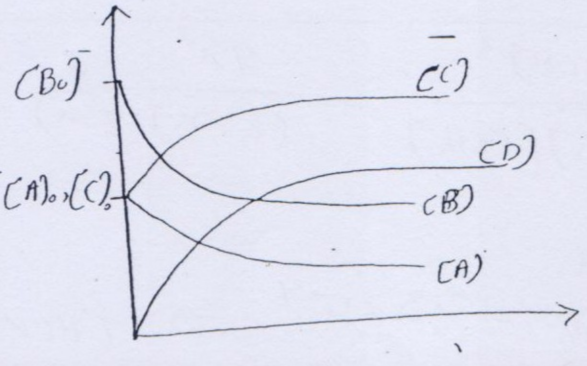


۵- در اینجا چون تولید B دو برابر A مصرف میگردد، بنابراین منحنی آن سریعتر کاهش یافته و شیب آن بیشتر است.

$A + 2B \rightarrow C + 2D$



(الف)



۶) واکنش گرماده است. روش اول) کاهش دما ۲) افزایش فشار ۳) افزایش اتیلن ۴) ...

---

۷) ماده (محلول) ⇌ ماده (گاز)

طبق این تعادل با افزایش مول گاز (فشار گاز) تعادل به سمت رفت پیش رفته و با افزایش فشار گاز مقابله می‌کند.

---

۸) با تغییر فشارهای جزئی مشخص است که فشارهای جزئی مواد را به دست یافت با توجه به اینکه فشار کل متناسب با مجموع فشارهای جزئی است

الف) کاهش فشار جزئی NOBr ب) کاهش فشار جزئی NO

ج) کاهش هم اندازه فشار جزئی NO و NOBr

---

۹) اتفاقی نمی‌افتد چون غلظت جامد ثابت است.

---

۱۰) با افزایش گاز بی اثر، فشار کل سیستم افزایش می‌یابد. حال بسته به اینکه تعداد مول گازی در طرفین واکنش ... برابر باشد، تعادل می‌تواند جابجا شود یا تغییر نکند.

---

۱۱) دما

با افزایش فشار تعادل به سمت راست جابجا می‌شود.

---

۱۲) واکنش : $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

$$Q_p = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}\left(\frac{c_0}{P_0}RT\right)^{-1}$$

$$Q_p = \frac{(0.12)^2}{(1.5)^2(0.5)}\times\left(\frac{1\,mol/L \times 0.083 \times 700}{1\,bar}\right)^{-1} = 0.11$$

بنابراین $Q_p \ll K_p$ بوده و واکنش به سمت راست پیش می‌رود.

---

۱۳) الف)

$$K_c = \frac{[HCN]^2}{[N_2][C_2H_2]} = \frac{4x^2}{(2-x)(2-x)} = 2.3\times10^{-4}$$

$x = 0.015$

$[HCN] = 2x = 0.03\,M$

$$\frac{[HCN]^2}{1\,mol/L \cdot 1\,mol/L} = 2.3\times10^{-4} \Rightarrow [HCN] = 0.015\,M$$

(١٤

$$K_p = \frac{P^0_{HCl}}{P^3_{H_2} \cdot P_{WCl_6}} = \frac{0.1^0}{P^3_{H_2}(1.2*10^{-2})} = 1.37*10^{21}$$

$$\Longrightarrow \boxed{P_{H_2} = 3.93*10^{-9}\ bar}$$

(١٥

$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$

y-x   y-x   4.6   4.6

$$K_c = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = 302$$

$$302 = \frac{[4.6]^2}{(y-4.6)^2}$$

$\boxed{y-x = 0.26}$

مقدار تعادلی CO

(١٦

$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$

2y   0   0

2y-2x   2x   ~~2.5~~ ⟶ x = 2.5 mol

x : تعداد مول

$$K_c = \frac{[\frac{x}{V}][\frac{2x}{V}]^2}{[\frac{2y-2x}{V}]^2} = \frac{(2.5)(25)}{(2y-5)^2} = 2.3*10^{-2}$$

$\boxed{2y = 28.5\ mol\ SO_3}$ مقدار SO_3 مورد نیاز اولیه

(١٧

درصد تفکیک (α): $\alpha = \frac{[H_2]}{[H_2S]_0} * 100$ %

$2H_2S \rightleftharpoons 2H_2 + 2S_2$

1   0   0

1-2x   2x   2x

با در نظر گرفتن $[H_2S]_0 = 1M$:

$$\frac{16x^2}{1} = 10^{-6} \Rightarrow x = \sqrt{6.2*10^{-8}} = 2.5*10^{-4}$$

$$\alpha = \frac{5*10^{-4}}{1} = 5*10^{-4} * 100 = 5*10^{-2}$$

(٢-

$$K_p = K_c\left(\frac{C_0 RT}{P_0}\right)^{-2}$$

۱۸)

$$K_p = K_c \left(\frac{C_0 RT}{P_0}\right)^{\Delta\nu} \qquad \begin{cases} \Delta\nu = 0 \\ C_0 RT = P_0 \end{cases}$$

---

۱۹)

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

$$P_{N_2} + P_{O_2} = 1\,atm$$

$$K_p = \frac{P_{NO}^2}{(P_{N_2})(P_{O_2})} = \frac{x_{NO}^2 P_t^2}{(x_{N_2} \cdot P_t)(x_{O_2} P_t)}$$

$$P_{N_2} = x_{N_2} = 0.79$$

بدلیل ثابت بودن فشار دما، کسر مولی با فشار جزئی برابر است

بنابراین : $P_{O_2} = 0.21$

$$P_{NO}^2 = (0.79)(0.21)(4.5 \times 10^{-31}) \Longrightarrow \boxed{P_{NO} = 2.7 \times 10^{-16}\,atm}$$

---

۲۰) واکنش حاصل از جمع ۳ واکنش داده شده بدست می آید

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

---

۲۱) فشار اولیه فسژن 1.121 bar است.

فشار را مثل مول در نظر بگیریم.

از طرفی فشار کل 2.175 است. بنابراین:

$$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$$

$$\begin{array}{ccc} 1.121 & 0 & 0 \\ 1.121 - x & x & x \end{array}$$

$$\frac{x}{P_t} = x_{CO} = x_{Cl_2}$$

$$K_c = K_x$$

$$1.121 - x + x + x = 2.175$$

$$\boxed{x = 1.05}$$

---

۲۲)

$$\rho = (x_1 M_1 + x_2 M_2)\frac{P}{RT}$$

$$(CF_3COOH)_2 \rightleftharpoons 2\,CF_3COOH$$

$$1.3 = (114 x_1 + 228 x_2)\,0.03 \xrightarrow{x_1 + x_2 = 1} \quad x_1 = 0.26, \quad x_2 = 0.74$$

$$K_p = \frac{P_{CF_3COOH}^2}{P_{(CF_3COOH)_2}} = \frac{(0.66 \times 0.908)^2}{0.35 \times 0.908} \qquad \boxed{K_p = 1.095}$$

$$K_c = \frac{(K_P) P_0}{RT C_0} = \frac{1.095}{0.083 \times 391} = 0.03$$

۱۸)

$$k_p = k_c \left(\frac{c_0 RT}{P_0}\right)^{\Delta\nu} \qquad \begin{cases} \Delta\nu = 0 \\ c_0 RT = P_0 \end{cases}$$

---

۱۹)

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

$$P_{N_2} + P_{O_2} = 1\,atm$$

$$k_p = \frac{P_{NO}^2}{(P_{N_2})(P_{O_2})} = \frac{x_{NO}^2 P_t^2}{(x_{N_2} \cdot P_t)(x_{O_2} P_t)}$$

$$P_{N_2} = x_{N_2} = 0.79$$

به دلیل ثابت بودن فشار در هوا، کسر مولی با فشار جزئی برابر است

بنابراین: $P_{O_2} = 0.21$

$$P_{NO}^2 = (0.79)(0.21)(4.5 \times 10^{-31}) \Longrightarrow \boxed{P_{NO} = 2.7 \times 10^{-16}\,atm}$$

---

۲۰) واکنش حاصل از جمع سه واکنش داده شده بدست می آید

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

---

۲۱) فشار اولیه فسژن ~~0.448~~ 1.121 bar است.

فشار را معادل مول در نظر داریم.

از طرفی فشار کل 2.175 است. بنابراین:

$$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$$

1.121	0	0
1.121 − x	x	x

$$\frac{x}{P_t} = x_{CO} = x_{Cl_2}$$

$$1.121 - x + x + x = 2.175$$

$$\boxed{x = 1.05}$$

$$K_c = K_x$$

---

۲۲)

$$\rho = (x_1 M_1 + x_2 M_2)\frac{P}{RT}$$

$$(CF_3COOH)_2 \rightleftharpoons 2\,CF_3COOH$$

$$1.3 = (114 x_1 + 228 x_2)\,0.03 \xrightarrow{x_1 + x_2 = 1} \begin{aligned} x_1 &= 0.26 \\ x_2 &= 0.74 \end{aligned}$$

$$k_p = \frac{P_{CF_3COOH}^2}{P_{(CF_3COOH)_2}} = \frac{(0.66 \times 0.908)^2}{0.35 \times 0.908} \qquad \boxed{k_p = 1.095}$$

$$k_c = \frac{(k_p) P_0}{RT C_0} = \frac{1.095}{0.083 \times 391} = 0.03$$

۲۳) ضریب NH_3 در تعادل ۲ است بنابراین با افزایش 1mol N_2 و 1mmol NH_3 ، [illegible] واکنش کلی به سمت برگشت میرود در نتیجه مقدار (H_2) افزایش می‌یابد.

---

۲۴) فشار اولیه 0.56 است پس واکنش انجام شده است.
به دلیل ثابت بودن T و V، فشار را با مول معادل در نظر میگیریم.

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

PCl_5	PCl_3	Cl_2
0.56	0	0
0.56 − x	x	x

$$0.56 - x + x + x = 1\,bar \Rightarrow \boxed{x = 0.44}$$

$$K_p = \frac{(0.44)(0.44)}{(0.12)} = 1.6 \qquad K_c = \frac{K_P * P_0}{RT\,C_0} = 0.036$$

$$K_p = K_x \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\Delta n} \Longrightarrow \boxed{K_x = 1.6}$$

---

۲۵) $dU = \delta q + \delta w + \delta E$

---

۲۷) ارتفاع تابع حالت — طول مسیر: تابع مسیر

---

۲۸) $Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \dfrac{10\,MJ * \frac{10^6 J}{MJ} * \frac{1\,cal}{4.2\,J}}{65\,kg * \frac{1000\,g}{kg} * 1\,g\,cal/k}$

تعداد مول آب تبخیر شده: $\dfrac{10\,MJ * \frac{1000\,kJ}{MJ}}{42\,kJ/mol} = 230$

---

۲۹) الف) افزایش تغییری نمی‌کند. ب) تغییری نمی‌کند ج) تغییری نمی‌کند د) تغییری نمی‌کند

---

۳۰) $w = -nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = (-1)(8.314)(273)\ln\frac{60}{22.4} = -2.2\,kJ$

$\boxed{V_1 = 22.4}$

---

۳۱) $V_1 = 22.4 \qquad V_2 = \frac{RT}{P} = \frac{0.082 * 273}{0.5\,bar} = 44.7$

$\boxed{\Delta V = 22.4} \qquad w = -P\Delta V = -(0.1)(*10^5\,Pa) * 22.4 * 10^{-3}\,m^3$

$\boxed{w = -224\,J}$

(۳۲

$$dW = -P\,dV \qquad W = -\left[\int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}\right] dV$$

$$W = -\left[RT \ln (V_m - b) + \frac{a}{V_m} \right]_{V_1}^{V_2} = -\left[RT \ln(\bar{V}_2 - b) + \frac{a}{\bar{V}_2} - RT \ln(\bar{V}_1 - b) - \frac{a}{\bar{V}_1} \right]$$

$$W = -RT \ln \left(\frac{\bar{V}_2 - b}{\bar{V}_1 - b} \right) + a \left(\frac{1}{\bar{V}_2} - \frac{1}{\bar{V}_1} \right)$$

(۳۳

$$CaCO_3 \rightleftarrows CaO \downarrow + CO_2 \uparrow$$

$$V_{gas} = \frac{RT}{P} = \frac{1073 * 0.083}{1\ \text{bar}} = 89\ L$$

$$W = -P\Delta V = -P(V_{gas} - V_s) \xrightarrow{V_s \ll V_{gas}} W = -1(89\ L)$$

$$W = -8900\ J = -8.9\ kJ$$

(۳٤

$$\boxed{q = -W} \Leftarrow \Delta U = 0$$ در چرخه همه تابع‌های حالت ، ایزوترم ، صفرند

$$q = -145\ J$$

(۳۵

$$\Delta H = VIt = 0.232 * 12 * 650 = 1809.5\ J/g \rightarrow$$ به ازای ۱ گرم

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V = \Delta U + \Delta n_g RT \Rightarrow \Delta U = \Delta H - 0.02 * 8.314 * 351$$

$$\boxed{\Delta U = 217.06\ kJ/mol}$$

(۳٦

$$\Delta H = -128\ kJ \qquad \Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

$$\Delta U = \Delta H - (1)(12.2) = -128\ kJ - 1.22\ kJ = -129.22\ kJ$$

(۳۷

$$C_2H_5OH + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) \qquad \Delta H - \Delta U = 2RT$$

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O \qquad \Delta H - \Delta U = \frac{13}{2}RT$$ برای ۱ مول بنزن

$$2C_5H_{12} + 11O_2(g) \rightarrow 10CO + 12H_2O \qquad \Delta H - \Delta U = \frac{11}{2}RT$$ برای ۱ مول پنتان

(۳۸

$\Delta H = 6.009\ kJ$ $\qquad \Delta H = \Delta U + P\Delta V$ $\qquad \Delta V = V_L - V_S$

$$V_L = \frac{m_{H_2O}}{0.9998} = \frac{n*18}{0.9998} \qquad V_S = \frac{n*18}{0.917}$$

$$\Delta V = 18n\left(\frac{1}{0.9998} - \frac{1}{0.917}\right) \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta V}{n} = -1.6\ cm^3/mol}$$

$$\Delta U = 6.009\ kJ/mol - (101325\ Pa)\left(-1.6 \times 10^{-6}\ \frac{m^3}{mol}\right) = 6009.2\ J$$

(۳۹

$\Delta H_{CO_2} = -393$ $\qquad \Delta H_{H_2O} = -285$

$$\Delta H_{\text{سوختن}} = -\Delta H_{\text{والکین}} + [12\,\Delta H_{CO_2} + 11\,\Delta H_{H_2O}] = +5648 - [7851]$$

$$\Delta H_{\text{تشکیل}} = -2203\ kJ/mol$$

(۴۱

$\Delta U = \Delta H - \Delta n_g RT$ $\qquad \Delta n_g = 7$

$$\Delta U = -3135\ kJ/mol - 7(8.314)(298) = -3152.3\ kJ/mol$$

(۴۶

---

۴۷) در حال جوشش سیستم گرما جذب نموده اما تغییری دمایی حاصل نمی‌گردد. بنابراین C_p بی‌نهایت است.

اما در فرایند حجم ثابت، سیستم نمی‌جوشد بنابراین $C_V > 0$ است.

۱۶

۵۱) الف) اثر دما یکسان نیست چون دو واکنش از خانواده‌ای عکس هم هستند.

ب) واکنش اول رفتارش چون با افزایش دما ثابت تعادل کوچک شده و واکنش دوم برعکس است.

ج) گرماده است.

---

۵۳) آنتروپی کاهش نیافته. واکنش درحقیقی بیشتر در مورد آنتروپی مجموع سیستم و محیط در تعادل نیست

---

۵۴)

$\Delta H_{NaCl} = -412 \ KJ/mol$

برای 1kg نمک: $\Delta H = 1000g \ NaCl \times \frac{1 mol}{58.5 g} \times (-412) = -7042.7 \ KJ$

$\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{-7042.7}{298} = -23.6 \ KJ/K$

---

۵۶) الف) $NH_4Cl(aq) > NH_4Cl(s)$

ب) اساس ساختار شبکه‌ای یکپارچه دارد ولی در محلول یون‌ها آزادانه حرکت دارند

ج) سیدول بین مولکولی HCl دوقطبی - دوقطبی است زیرا قطبی‌تر نسبت به Ne دارند

د) آنتروپی فازها به ترتیب $S_{(aq)} > S_{(l)} > S_{(s)}$ است!

---

۵۷) الف) $\Delta S < 0$ است چون مول گازی به جامد تبدیل می‌گردد

ب) $\Delta S < 0$ طرف اول ۵ مول، طرف دوم ۴ مول

ج) $\Delta S > 0$ چرا که محصولات بی‌نظم‌ترند.

د) $\Delta S < 0$

هـ) $\Delta S < 0$

---

۵۸) طبق رابطه $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$، مقدار ΔH ~~ΔH ΔH~~ →

باید چنین تغییرات با مساعد $\Delta H < T\Delta S$ باشد. بنابراین $\Delta G < 0$ شده و واکنش

خود به خود انجام می‌شود.

۷

$G = H - TS$; $dG = dH - TdS - SdT$ ۴۱) الف

$H = E + PV$ $dH = dE + PdV + VdP \Rightarrow dG = dE + PdV + VdP - TdS - SdT$

$dG = dE + PdV + VdP - TdS - SdT \xrightarrow[dE = dq - PdV]{dq = TdS} dG = VdP - SdT$ ب)

ج) در دمای ثابت $dT = 0$ بنابراین $dG = VdP$

د) در دمای ثابت $dG = VdP$ است. می‌توان $V = \frac{nRT}{P}$ را جایگزین کرد. $dG = \frac{nRT}{P} dP$

$dG = nRT \frac{dP}{P} = nRT\, d\ln P$

ه) $G - G_0 = nRT \ln \frac{P_2}{P^0} \Rightarrow \boxed{\frac{G}{n} = \frac{G_0}{n} + RT \ln \frac{P}{P_0}}$

---

۴۲) ΔG° مستقل از فشار است و برای تعادل منظور فشار بودن انتقال می‌گوییم از ΔG استفاده می‌کنیم

---

۴۳) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 9kJ - 0.085T = 0$ $T > 105.9\ K$

---

۴۵) $\Delta G^\circ = -RT\ln k = -(8.314 \frac{J}{mol.K})(298) \ln(9.31 \times 10^9)$

$\boxed{\Delta G^\circ = -56.8\ kJ/mol}$

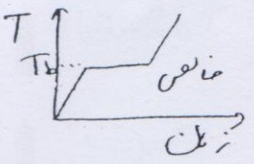
$\Delta H_R = (-254) + [\frac{1}{2}(155) + \frac{1}{2}(242)] = -55.5$

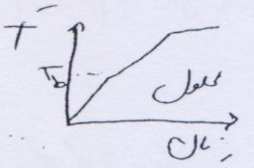
$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \Rightarrow -T\Delta S = -1.3$

$\Delta S = \frac{1.3\ kJ}{298\ K} = 4.3\ J/K$

فصل ۷

۱) آن را تغییر می‌کنیم. اگر فرایند تغییر در یک دما رخ دهد مایع خالص است در غیر اینصورت محلول است.





---

۲) اگر محلول مایع - مایع باشد با افزودن جزء حل شونده، پس از اشباع شدن، محلول دو فازی می‌شود. اگر محلول جامد - مایع باشد، آنگاه رسوب می‌دهد

---

۶) $1.59\ mol\ CaCl_2$ در یک لیتر محلول و جرم یک لیتر محلول $1130g$

$1.59\ mol \times 111\ g/mol = 176.49\ g\ CaCl_2$

مقدار آب در محلول $= 1130g - 176.49g = 953.5g$

تعداد مول آب $= 52.97\ mol$

کسر مولی $CaCl_2$ $= \frac{1.59}{1.59+52.97} = 0.03$

مولالیته $CaCl_2$ $= \frac{1.59}{0.9535} = 1.67\ \frac{mol}{kg}$

---

۸) کسر مولی $= \frac{0.99}{0.99 + mol_{H_2O}} = 0.15 \Rightarrow mol_{H_2O} = 5.6$

$g_{H_2O} = 5.6 \times 18 = 100.8g \Rightarrow$ مقدار آب مورد نیاز $= 100.8 - 64 = 36.8$

(64 ↓ مقدار آب اولیه)

---

۹) $\frac{35g}{35g + 65g + w} = \frac{20}{100} = 0.2 \Rightarrow$ **$w = 75g$**

مقدار آب مورد نیاز

($35g$ ↓ جرم الکل اولیه، $65g$ ↓ جرم آب اولیه، w ↓ جرم آب مورد نیاز)

---

۱۰) ~~جرم الکل مورد نیاز محلول ۳ درصد~~

$\frac{7.5 + 3y}{100 + 3y + 97y} = 0.05 \Rightarrow$ **$y = 1.25$**

(7.5 ↓ جرم کل HNO_3 7.5، $3y$ ↓ جرم مورد نیاز از محلول ۳ درصد، $97y$ ↓ جرم آب مورد نیاز محلول ۳ درصد)

HNO_3 جرمی ۳٪ = محلول ۳ درصد

→ $100y$ محلول ۳ درصد ⇒ نسبت مورد نیاز $= \frac{125}{100}$

۱۱) الف)

$15g\ CH_3COOH \times \frac{mol}{60\ g} = 0.25\ mol\ CH_3COOH$

$mol_{H_2O} = 4.72$

مول اولیه ↑ — استیک اسید تولید شده

$$\frac{0.25 + 2x}{0.25\,mol + 2x + 4.72 - x} = 0.15$$

کسر مولی استیک اسید

↓ استیک اسید تولید شده — ↓ مول آب مصرف شده

$\Rightarrow \boxed{x = 0.27\ mol}$

مقدار انیدرید استیک مصرف شده

جرم انیدرید استیک مورد نیاز $= 0.27 \times 102 = 27.5g$

این مقدار برای 116 گرم محلول است. برای ۱۰۰ محلول داریم:

$$\frac{27.5 \times 100}{116} = 23g$$

۱۳)

دانسیته محلول

$$\rho_t = \frac{m}{V} \quad , \quad \rho_t = \frac{\frac{m_1}{V_1} \times V + \frac{m_2}{V_2} \times V}{2V} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 1.073\ g/cm^3$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{m_2}{\rho_2} \Rightarrow \boxed{1.048 = \frac{m_2}{m_1}}$$

$m_1 =$ جرم محلول ۱۰ درصدی

$m_2 =$ جرم محلول ۲۰ درصدی

$m_1 + m_2 = 100 \Longrightarrow \begin{cases} m_1 = 48.83g \\ m_2 = 51.17g \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} g_{HCl} = 4.88\,g\,HCl \\ g_{HCl} = 10.23\,g\,HCl \end{cases}$

کل جرم HCl در محلول $= 15.17g$

کل جرم آب در محلول $= 84.83$

شمار مول HCl در محلول $= 0.4\ mol$

$$\text{HCl مولالیته} = \frac{0.4\ mol_{HCl}}{0.08483\ Kg_{H_2O}} = 4.7$$

۱۴)

$$\text{کسر جرمی محلول} = \frac{m \times 10g + m \times 20g}{100m + 100m} = \frac{30m}{200m} = \frac{3}{20}$$

در ۲۰ گرم محلول، ۳ گرم HCl یا 0.082mol HCl وجود دارد. از جرم محلول، دانسیته داریم:

m 20g ... 0.083 ×1000

$$C_M = y\left(\frac{g}{100\,g}\right) * x\left(\frac{g}{cm^3}\right) * 1000\left(\frac{cm^3}{L}\right) * \frac{1}{M_w}$$ (۲۵

$$C_m = \frac{1000\,xy}{M_w}$$ مولاریته

$$m = \frac{1000\,y}{M_w(100-y)}$$ مولالیته

$$\Rightarrow \quad m = \frac{C_m}{x(100-y)}$$

۲۷) برای رسانش الکتریسیته بایستی حامل های بار (یون) در محلول وجود داشته باشند.

۲۸

$P^*_{acetone} = 347$ torr $\qquad P^*_{ch.} = 293$ torr

الف) کسر مولی استون:

x_A: 1 0.8 0.6 0.4 0.2 0

ب)

$y_A = \frac{P_A}{P_t}$ = 1 0.89 0.69 0.42 0.14 0

طبق قانون رائول، مقدار فشار بخار ایده‌آل اجزا را بدست آوردیم. با مقایسه با فشار بخارهای حقیقی انحراف منفی مشاهده می‌شود. مثلاً برای کسر مولی 0.4 فشار بخار ایده‌آل 117 اما فشار بخار داده شده 82 است.

۲۹) اگر از هرکدام از محلول ها 100 گرم برداریم، داریم:

$100\,g = 90_B + 10_N$

$100\,g = 80_B + 20_T$

$\Rightarrow$ کسر جرمی تولوئن $= \frac{20}{170+10+20}$

کسر جرمی نفتالین $= \frac{10}{170+10+20}$

(170: جرم بنزن (B)، 10: جرم نفتالین (N)، 20: جرم تولوئن (T))

اگر کسرهای جرمی را بر جرم مولکولی اجزا تقسیم کنیم، کسرهای مولی بدست می‌آید

کسر مولی تولوئن $= \frac{20/92}{170/78 + 10/128 + 20/92}$ $\qquad$ کسر مولی نفتالین $= \frac{10/128}{170/78 + 10/128 + 20/92}$

حال از فشار بخارهای خالص ...

۳۰) جامد بصورت مخلوط است بنابراین در محدوده دمایی ذوب می‌شود. اما وقتی بطور کامل ذوب شد آنگاه در نقطه جوش ثابت می‌جوشد.

---

۳۲) $x_A = \frac{2}{5}$ $x_B = \frac{3}{5}$ $P_A^* = 400$ $P_B^* = 600$

$P_t = P_A^* + (P_B^* - P_A^*) x_B = 520$

$y_A = \frac{P_A}{P_t} = \frac{x_A P_A^*}{P_t} = 0.31$ $y_B = 1 - 0.31 = 0.69$

---

۳۳) $95 = P_A^* + (P_B^* - P_A^*)(0.75)$

$90 = P_A^* + (P_B^* - P_A^*)(0.5)$

$5 = 0.25(P_B - P_A) \Rightarrow (P_B - P_A) = 20$

با جایگذاری این عبارت در یکی از معادلات بالا مقدار P_A^* بدست می‌آید.

---

۳۷) چون برهمکنش حلال ـ حل‌شونده بسیار جزئی می‌باشد بنابراین اکثر برهمکنش‌ها بصورت حلال ـ حلال است و مشابه حلال خالص است و محلول شبیه ایده‌آل رفتار می‌کند.

---

۳۹) $760 * 0.5 = 150 + (250) x_T$ $x_T = 0.92$ فرمول تولوئن در فاز مایع

$y_T = \frac{x_T \cdot P_T^*}{0.5 * 700} = 0.97$

---

۴۱) فشار بخار اتیل الکل $= 375 - 375(0.12) = 330$

---

۴۲) $375 = \frac{x_A * 230}{350 (120) x_A}$

$x_B = 0.035$

$P_A = (1 - x_B) P_A^*$

$x_B = \frac{\frac{19}{M}}{\frac{19}{M} + \frac{500}{78}} \Rightarrow M = 81.84 \ g/mol$

سیده محمدتقی حسینی

ج ۷-۲۴) $Cl^- ppm = ۱۰^{-۳}\ mol\ FeCl_3 \times \frac{۳\ mol\ Cl^-}{1\ mol\ FeCl_3} \times \frac{۳۵/۴۵\ g}{1\ mol\ Cl^-} = ۳/۱۹۵\ g\ Cl^-$

$\frac{۳/۲\ g}{۲/۵ \times ۱۰^{۳}\ cc} \times ۱۰^{۶} = ۱/۲۸ \times ۱۰^{۳}\ ppm$

ج ۷-۲۶) $\Delta E_{mix} = ۰ \ ، \ \Delta H_{mix} = ۰ \ ، \ \Delta V_{mix} = ۰$

$\Delta G_{mix} < ۰ \ ، \ \Delta S_{mix} > ۰$

ج ۷-۲۸) الف) $P_A = Y_A \cdot P_t \Rightarrow Y_A = \frac{P_A}{P_t}$

ب) محلول انحراف منفی

ج ۷-۳۲) $P_t = \frac{۲}{۵} \times ۴۰۰ + \frac{۳}{۵} \times ۶۰۰ = ۱۶۰ + ۳۶۰ = ۵۲۰\ torr$

$P_B = Y_B \cdot P_t \Rightarrow ۳۶۰ = Y_B \times ۵۲۰ \Rightarrow Y_B = \frac{۳۶}{۵۲} = ۰/۷$

ج ۷-۳۴) $P_1 = x_A P_A^* + (1 - x_A) P_B^* \xrightarrow{\times ۲} ۲P_1 = ۲x_A P_A^* + (۲ - ۲x_A) P_B^*$

$P_۲ = ۲x_A P_A^* + (1 - ۲x_A) P_B^*$

$۲P_1 - P_۲ = [(۲ - ۲x_A) - (1 - ۲x_A)] P_B^* \Rightarrow P_B^* = ۲P_1 - P_۲$

ج ۷-۳۵) الف) $P_B = x_B P_B^* \Rightarrow P_B = \frac{1}{۳} \times ۷۴/۷ = ۲۴/۹\ torr$

$P_T = x_T P_T^* \Rightarrow P_T = \frac{۲}{۳} \times ۲۲/۲ = ۱۴/۸\ torr$

ب) $P_t = P_B + P_T = ۲۴/۹ + ۱۴/۸ = ۳۹/۷\ torr$

ب) $P_B = Y_B \cdot P_{total} \Rightarrow Y_B = \frac{P_B}{P_{total}} = \frac{24.9}{39.4} = 0.63$

ج ۷-۳۶) الف) ۰٫۶۳

ب) $P_T = X_B \cdot P_T^* \Rightarrow P_T = 0.37 \times 32.2 = 11.914 \text{ torr}$

$P_B = X_B \cdot P_B^* \Rightarrow P_B = 0.63 \times 74.7 = 47 \text{ torr}$

ج ۷-۳۸) ابتدا فشار کل را حساب می‌کنیم

$P_t = x_A P_A^* + (1 - x_A) P_B^* \Rightarrow P_t = x_A P_A^* + P_B^* - x_A P_B^*$

$\Rightarrow P_t = P_B^* + x_A (P_A^* - P_B^*)$

از طرفی داریم:

$P_A = Y_A \cdot P_t$

$P_A = X_A \cdot P_A^*$

$\Rightarrow Y_A = \frac{P_A^* \cdot X_A}{P_B^* + X_A (P_A^* - P_B^*)}$

ج ۷-۴۰) $Y_A = \frac{P_A}{P_t} \Rightarrow P_A = 0.35 \, P_t \Rightarrow$

$P_A = \frac{35}{100} (P_A + P_B) \Rightarrow \frac{65}{100} P_A = \frac{35}{100} P_B \Rightarrow 13 P_A = 7 P_B$

$\Rightarrow 13 \, x_A \times 575 = 7 \times (1 - x_A) \times 300 \Rightarrow 9575 \, x_A = 2100$

$\Rightarrow x_A = 0.22 \quad , \quad x_B = 0.78 \quad , \quad P_t = 430.17 \text{ torr}$

s.a.m